

ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ И ВРЕМЕНИ НА ВЕЛИЧИНУ ПРУЖИНЕНИЯ ПРИ ТЕРМИЧЕСКОЙ ПРАВКИ ПЛОСКОЙ ПЛАСТИНЫ ИЗ СПЛАВА ВТ6

Лукьянов Василий Васильевич

Руководитель – доц., к.т.н. Бердин Валерий Кузьмич

Уфимский государственный авиационный технический университет,

г. Уфа

lukianovv@bk.ru

В представленной работе рассматривается вопрос о пружинении листовых заготовок из титанового сплава ВТ6, которое неизбежно возникает при выполнении формообразующих операций заготовок различного сортамента в процессе горячей пластической деформации при сравнительно низких температурах $T < 0,35 T_{пл}$.

Исследование проводили в лабораторной печи, обеспечивающей поддержание температуры уровне рабочей температуры с точностью $\pm 1,0$ °С в среде газообразного Ar технической чистоты.

На рис.1. представлен результат влияния температуры отжига в течении 1,0 часа на величину пружинения при изгибе консольно закрепленной пластины на величину 1,0 мм. Величина смещения свободного торца пластины была выбрана на основании результатов численного моделирования, таким образом, чтобы упругие напряжения в пластине не достигали величины напряжений течения при температуре обработки. Расчеты показывают, что при таком нагружении в области закрепления формируется симметричное относительно оси плоской пластины напряженное состояние с величиной упругих напряжений равных $\sim 75,0$ МПа.

Из зависимости изменения величины пружинения в консольно закрепленной пластине (рис. 1) следует, что относительная величина пружинения Δ (%) с увеличением температуры изменяется неравномерно. Полученные результаты измерений хорошо аппроксимируются S-образной кривой. При этом основные изменения величины пружинения наблюдаются в интервале температур 350...550 °С.

Интенсивное изменение пружинения прекращается в области температур 550...650 °С. Поэтому этот температурный интервал был подвергнут дополнительному изучению на предмет влияния времени выдержки при температурах: 550 °С; 600 °С и 650 °С на величину пружинения.

Измерение пружинения в деформируемых пластинах осуществлялось с применением окуляр - микрометра с ценой деления 0,1 мм. Инструментальная погрешность измерения в этом случае была равна 0,05 мм.

Из результатов, выполненного исследования с учетом инструментальной ошибки измерения следует, что время выдержки образцов в интервале 1,0...2,0 часа не оказывает существенного влияния на значение пружинения. В интервале температур 550 °С...650 °С, увеличение температуры приводит к стабилизации величины пружинения на уровне 0,05, что соответствует 5 % от заданной величины изгиба (1,0 мм) упругого деформирования свободного конца консольно закрепленной пластины.

Для проверки достоверности полученных результатов, с учетом зависимости пружинения от температуры правки (Рис. 1), были выбраны две характерные температуры $T_1 = 450$ °С и $T_2 = 600$ °С для того, чтобы определить значения пружинения при меньшем, чем 1,0 час времени выдержки. Полученные результаты представлены на рис. 2 и 3.

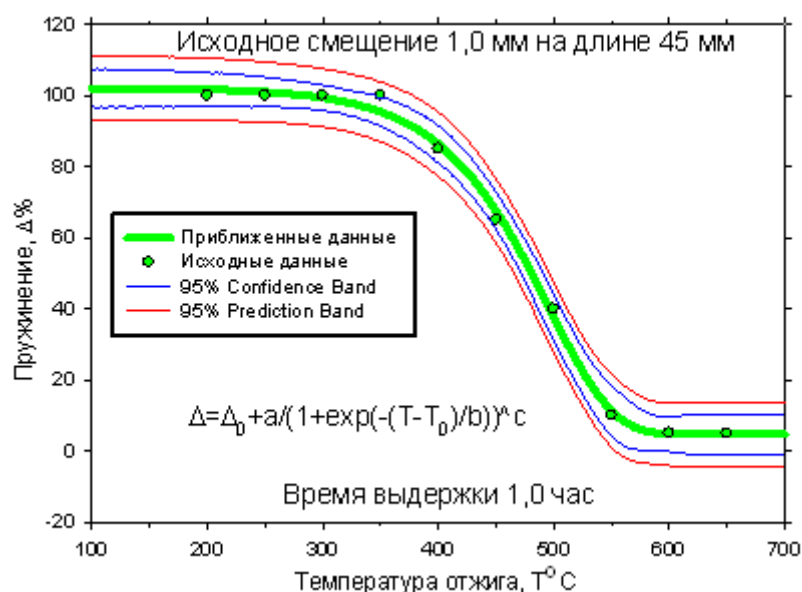


Рисунок 1. Изменение величины пружинения в консольно закрепленной пластине в зависимости от температуры при изгибе пластины на величину 1,0 мм. Время выдержки при рабочей температуре равно 1,0 час

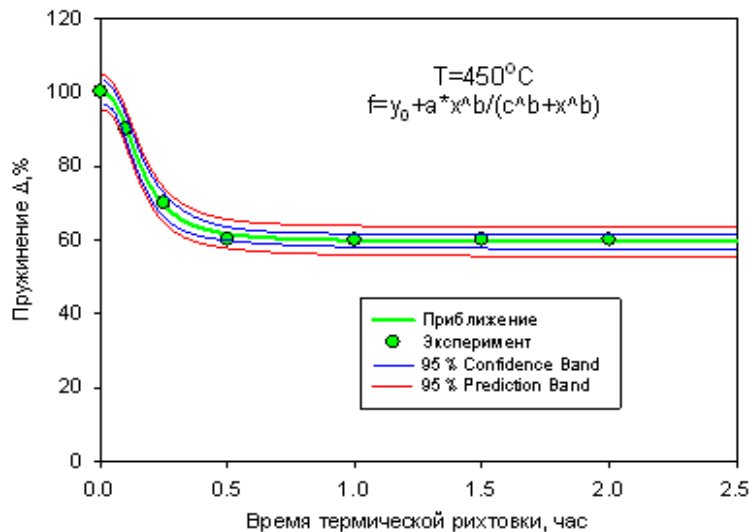


Рисунок 2. Зависимость пружинения (%), от времени выдержки при $T = 450\text{ }^{\circ}\text{C}$ в консольно закрепленной пластине $100 \times 10 \times 1$ мм, изогнутой на величину 1,0 мм

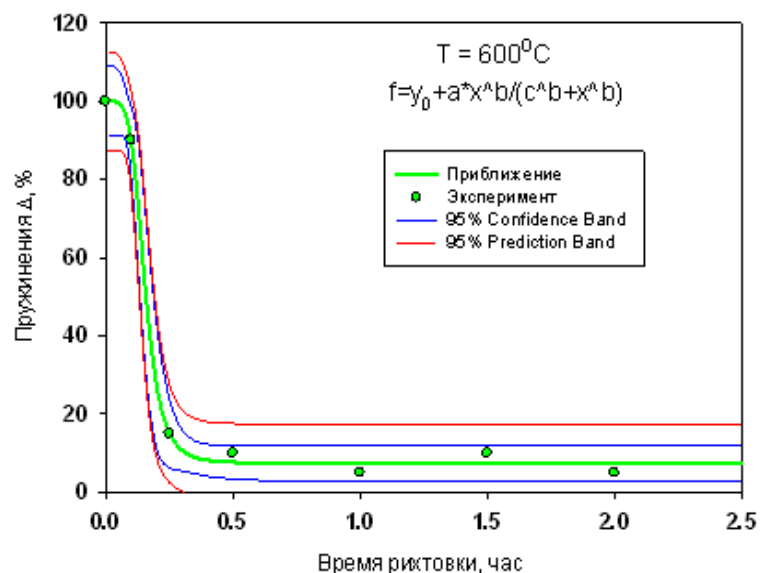


Рисунок 3. Зависимость пружинения от времени выдержки при $T = 600\text{ }^{\circ}\text{C}$ в консольно закрепленной пластине $100 \times 10 \times 1$ мм изогнутой на величину 1,0 мм

В результате выполненной работы было установлено:

1. Интенсивное изменение пружинения прекращается в области температур $550 \dots 650\text{ }^{\circ}\text{C}$.
2. Вне зависимости от температуры правки ($450\text{ }^{\circ}\text{C}$ или $600\text{ }^{\circ}\text{C}$), время правки $0,25 \dots 0,5$ часа является критическим, с точки зрения снижения величины пружинения, после которого пружинение практически не изменяется вплоть до времени правки 2,0 часа. При температуре $T_1 = 450\text{ }^{\circ}\text{C}$ значение пружинения равно 60 %, а при температуре $600\text{ }^{\circ}\text{C}$ значение пружинения равно 5...10 %.